



⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 101 23 821 A 1**

⑤ Int. Cl. 7:
H 04 L 12/413
G 06 F 13/00
G 06 F 15/173

⑲ Aktenzeichen: 101 23 821.5
⑳ Anmeldetag: 16. 5. 2001
㉑ Offenlegungstag: 20. 12. 2001

DE 101 23 821 A 1

③① Unionspriorität:
008104861 02. 06. 2000 EP
⑦① Anmelder:
International Business Machines Corp., Armonk,
N.Y., US
⑦④ Vertreter:
Gigerich, J., Dipl.-Ing., Pat.-Ass., 70563 Stuttgart

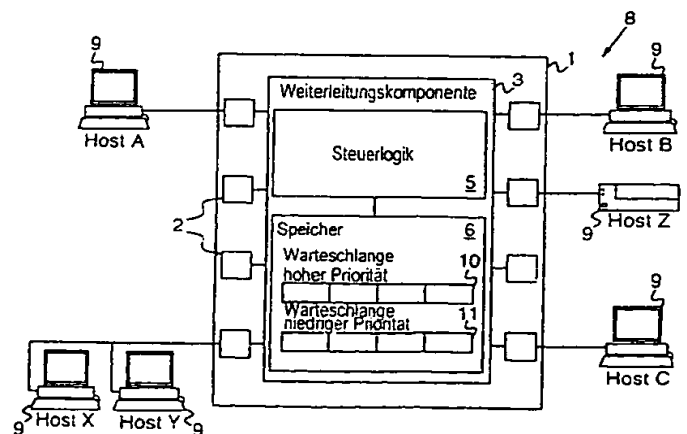
⑦② Erfinder:
Feridung, Metin, Thalwil, CH; Rooney, Sean, Zürich,
CH

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Geschaltete Ethernet-Netzwerke

⑤⑦ Verfahren und Vorrichtung werden für die Verwaltung von Datenkommunikation zwischen Hosts (9) eines geschalteten Ethernet-Netzwerks (8) bereitgestellt. Hosts (9) werden logischen Gruppen von Hosts zugeordnet, so dass die an einer Datenkommunikation beteiligten Hosts derselben Gruppe zugeordnet werden. In einem Switch (1) des Netzwerks, wird jede Gruppe mit einer Dienstklasse verknüpft, die die Anforderungen für die Weiterleitung von Daten über den Switch (1) für Datenkommunikationen zwischen Hosts (9) dieser Gruppe anzeigen. Daten, die vom Switch (1) empfangen werden, werden über den Switch in einer Weise weitergeleitet, die von der Dienstklasse der Gruppe abhängt, der an der Datenkommunikation beteiligte Hosts (9) zugeordnet sind. Im Switch (1) werden Datenkommunikationen zwischen Hosts (9) in einer oder mehreren Gruppen deaktiviert, wenn dies erforderlich ist, um die Weiterleitungsanforderungen für mindestens eine Dienstklasse zu erfüllen.



DE 101 23 821 A 1

[0001] Diese Erfindung bezieht sich im Allgemeinen auf geschaltete (switched) Ethernet-Netzwerke und im Besonderen auf die Bereitstellung von Dienstqualität (Quality of Service) (QoS)-Mechanismen in diesen Netzwerken. Bestimmte Ausführungsformen der Erfindung liefern Verfahren zur Verwaltung von Datenkommunikationen in solchen Netzwerken, um garantierten QoS zu unterstützen, sowie zur Umsetzung dieser Verfahren in Ethernet Switches und Netzwerksystemen.

[0002] Ethernet ist auf dem Markt für lokale Netzwerke (LAN) wegen seiner relativ niedrigen Kosten im Vergleich zu anderen konkurrierenden Technologien die vorherrschende Netzwerktechnologie. Obwohl Technologien wie beispielsweise ATM (Asynchroner Übertragungsmodus) (Asynchronous Transfer Mode) als Netzwerktechnologie zur Unterstützung von Multimedia für den Desktop vorgeschlagen wurde, deuten die auf breiter Basis installierten 10-Mbps-Ethernet-Netzwerke, die schnelle Verbreitung von 10/100 Mbps-Ethernet (Fast Ethernet) und das Erscheinen der Gigabit-Ethernet-Technologien daraufhin, dass Ethernet die zugrunde liegende Technologie für die Unterstützung kontinuierlicher Mediendienste in Echtzeit für den Desktop sein wird. Mit dem wachsenden Interesse für IP-(Internet protocol)-Telefondienste – zuerst seitens des Informationstechnologiesektors und nun seitens der Telekommunikationsgesellschaften – ist eine Nachfrage für kommerzielle Produkte zu erwarten, die kontinuierliche Medien für den Desktop unterstützen.

[0003] Ethernet hat sich als eine gemeinsame Medientechnologie ohne die Unterstützung für QoS-Einrichtungen (QoS facilities) entwickelt, die bei ATM-Netzwerken zur Verfügung stehen, d. h. Ressourcengarantien (resource guarantees) für Dienste durch Zuteilung von Bandbreite und Puffer. Jedoch hat die IEEE 802.1 Higher Layer LAN Protocols Working Group (Arbeitsgruppe, die sich mit der Entwicklung von LAN-Protokollen höherer Ebene beschäftigt) kürzlich die Spezifikation IEEE 802.1p vorgestellt, bei der Switches und Hubs die Verkehrsklassen (traffic class) nach Priorität ordnen können. Die Umsetzung von 802.1p macht Erweiterungen des Ethernet-Frame-Formats erforderlich, um Prioritätsmarkierung (priority tagging) zur Unterscheidung unterschiedlicher Verkehrsklassen gemäß der im Switch festgelegten Strategie zu unterstützen. Dies wird zusammen mit Mechanismen, die die Umsetzung von virtuell überbrückten LANs (Virtual Bridged LANs, VLANs) ermöglichen, in der Spezifikation IEEE 802.1Q untersucht. Kurz gesagt können Hosts die Priorität anzeigen, die Datenkommunikationen gewährt werden sollen, indem sie einen Benutzerprioritätswert (user-priority value) in einem Benutzerprioritätsfeld (user-priority field) des Datenpaketformats (data packet format) oder Frame-Formats anzeigen. Diese Benutzerpriorität wird vom weiterleitenden Prozess des Switch genutzt, der für die Weiterleitung empfangener Frames durch den Switch zu dem entsprechenden ausgehenden LAN-Segment verantwortlich ist. Insbesondere wird der Benutzerprioritätswert (user-priority value) einer von mehreren Verkehrsklassen zugeordnet, die im Switch definiert sind. Die Anforderungen zur Weiterleitung eines empfangenen Frames durch einen Switch wird dem Weiterleitungsprozess durch die Verkehrsklasse angezeigt, wobei der Weiterleitungsprozess Frames zur Weiterleitung in einer Reihenfolge auswählt, die von der Verkehrsklasse abhängig ist. Beispielsweise kann ein Switch acht Verkehrsklassen unterstützen, die direkt acht Benutzerprioritätswerten entsprechen, und der Weiterleitungsprozess kann alle empfangenen Frames in der höchsten Verkehrsklasse weiterleiten,

bevor er Frames in der zweithöchsten Verkehrsklasse weiterleitet, und so weiter, bis zur niedrigsten Verkehrsklasse. Natürlich müssen die Architekturen von Switches und Netzwerkkarten für die Realisierung dieses Systems abgeändert werden.

[0004] Die oben erwähnten IEEE-Spezifikationen beschreiben den Betrieb des nach Priorität geordneten Verkehrsklassensystems (traffic class system) auf der Netzwerkebene. Der IETF (Internet Engineering Task Force)-Internet-Entwurf mit dem Titel "A Framework for Integrated Services Over Shared and Switched IEEE 802 LAN Technologies", (draft-ietf-issll-is802-framework-07.txt), Juni 1999, untersucht Mechanismen zur Unterstützung von QoS auf der IP-Ebene und erörtert, wie dies mit vorhandenen Ethernet-Systemen gekoppelt werden könnte.

[0005] Während das nach Priorität geordnete Verkehrsklassensystem einen Grundmechanismus zur Unterstützung unterschiedlicher Qualitäten von Dienstebenen (service levels) liefert, bietet das System keine QoS-Garantien. Insbesondere wenn es Hosts gibt, die absichtlich oder versehentlich Verkehr in einer Weise erzeugen, die die vorhandenen Richtlinien (policies) für die Zuordnung von Netzwerkbandbreite zwischen unterschiedlichen Verkehrsklassen umgehen, kann QoS nicht garantiert werden. Wenn beispielsweise Puffer am Switch-Anschluss (switch port) überfüllt werden, blockiert die MAC (Medienzugriffssteuerung) (Media Access Control)-Einheit am Anschluss das verbundene LAN-Segment und blockiert Übertragungen von allen Hosts auf diesem Segment durch den Standard-CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection)-Mechanismus. Folglich können Hosts, die Daten mit hoher Priorität übertragen, in gleicher Weise benachteiligt werden wie Hosts, die Daten niedriger Priorität übertragen, so dass QoS auch für Daten hoher Priorität nicht garantiert werden kann.

[0006] Nach einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zur Verwaltung von Datenkommunikationen zwischen Hosts eines geschalteten Ethernet-Netzwerks geliefert, wobei dieses Verfahren umfasst:

Zuordnung von Hosts zu logischen Gruppen von Hosts, so dass die an einer Datenkommunikation beteiligten Hosts der selben Gruppe zugeordnet werden;

Verbinden jeder Gruppe in einem Switch des Netzwerks mit einer Dienstklasse (service class), die die Anforderungen zur Weiterleitung von Daten durch den Switch für Datenkommunikationen zwischen Hosts in der Gruppe anzeigt, und Weiterleitung empfangener Daten durch den Switch auf eine Art, die von der Dienstklasse der Gruppe abhängt, denen die an der Datenkommunikation beteiligten Hosts zugeordnet sind; und

Deaktivierung von Datenkommunikationen zwischen Hosts in einer oder mehreren Gruppen im Switch, wenn dies erforderlich ist, um die Anforderungen für die Weiterleitung für mindestens eine der Dienstklassen zu erfüllen.

[0007] In Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden daher die Hosts, die an einer gegebenen Datenkommunikation teilnehmen, d. h. die übertragenden und empfangenden Hosts einer logischen Gruppe, zugeordnet. Innerhalb des Switch ist jede Gruppe mit einer Dienstklasse oder QoS-Klasse verknüpft, für die die Weiterleitungsanforderungen definiert sind, wobei der Switch Daten weiterleitet, die einer bestimmten Dienstklasse gemäß diesen Anforderungen entspricht. Wenn jedoch sichergestellt werden muss, dass der Switch weiterhin die Weiterleitungsanforderungen mindestens einer Dienstklasse erfüllen kann, kann der Switch Datenkommunikationen für eine oder mehrere Hostgruppen (host groups) wirksam deaktivieren, wenn dies angebracht ist. Wenn beispielsweise die Fähigkeit des Switch,

Kommunikationen für eine besonders wichtige Dienstklasse in einer erforderlichen Geschwindigkeit zu bedienen, aufgrund übermäßigen Verkehrs einer weniger wichtigen Dienstklasse beeinträchtigt wird, kann der Switch die Gruppe(n), die den weniger wichtigen Klassen entspricht/entsprechen, deaktivieren, um sicherzustellen, dass die erforderliche QoS für den Verkehr in der wichtigeren Klasse reserviert wird. Als weiteres Beispiel könnte die Mindestgeschwindigkeit, mit der Kommunikationen für jede Dienstklasse bedient werden muss, definiert werden, und der Switch könnte alle Gruppen, die übermäßigen Verkehr erzeugen, nach Bedarf deaktivieren, um sicherzustellen, dass die Mindestdienstgeschwindigkeit für alle Dienstklassen eingehalten werden kann. Da der Switch spezielle Hostgruppen deaktivieren kann, werden unabhängig davon, was das bestimmte System verwendet hat, nur Hosts in diesen bestimmten Gruppen und nicht willkürlich eine Menge von Hosts in einem bestimmten LAN-Segment, wie in dem weiter oben angesprochenen vorhandenen System, benachteiligt. Diese Einrichtung zur Deaktivierung von Hostgruppen, die nötig ist, um sicherzustellen, dass die Dienstanforderungen erfüllt werden können, ermöglicht es daher, dass QoS für eine oder mehrere Dienstklassen nach Wunsch für eine gegebene Umsetzung garantiert werden kann.

[0008] Die Deaktivierung von Datenkommunikationen für eine bestimmte Hostgruppe könnte vom Switch auf unterschiedliche Arten durchgeführt werden. Beispielsweise können Ausführungsformen in Betracht gezogen werden, bei denen ein Anweisungs- oder Steuerungssignal an Hosts gesendet wird, um anzuzeigen, dass Kommunikationen bis auf Weiteres eingestellt werden sollten. Als ein weiteres Beispiel könnte der Switch für bestimmte Fälle, in denen der übertragende Host einer Gruppe der einzige Host in einem bestimmten Segment ist, einfach den üblichen CSMA/CD-aktivierten Rückflussmechanismus verwenden, um das Segment zu blockieren. In bevorzugten Ausführungsformen wird die Deaktivierung jedoch einfach durch Verwerfen oder "Fallenlassen" von Daten von den Hosts in der Gruppe bei Empfang durch den Switch durchgeführt.

[0009] Die Zuordnung von Hosts zu bestimmten logischen Gruppen kann im System auf unterschiedliche Arten durchgeführt werden. Beispielsweise können einige oder alle Gruppen im System auf der Grundlage von Bedienerangaben vordefiniert werden. Hier kann ein Bediener auf der Grundlage der Beschaffenheit der Daten, die zwischen den Hosts übermittelt werden sollen, bestimmte Hosts bestimmten Gruppen zuordnen. Alternativ könnte für einige oder alle Gruppen die Zuordnung von Hosts zu bestimmten Gruppen auf der Grundlage der Beschaffenheit der Daten, die übermittelt werden sollen, und/oder der Sitzungsinformationen, die von einem Host während eines Einrichtungsprozesses (set-up process) für eine bestimmte Datenkommunikationssitzung bereitgestellt wurden, von einem Switch dynamisch durchgeführt werden. Die logischen Gruppen selbst können im System auf mehrere Arten definiert werden. Beispielsweise könnten die Gruppen einfach durch Speichern getrennter Listen von Hostkennungen (host ids) definiert werden, die die getrennten Gruppen und ihre Mitgliedschaft voneinander abgrenzen, wobei der Switch die Hostgruppe bestimmt, zu der ein bestimmtes Datenpaket gehört, indem er die Quellen- und Zielhostkennungen im Paket nach den verschiedenen Listen überprüft. Ein Gruppenkennzeichner ist jedoch für jede Gruppe definiert, wobei die Zuordnung von Hosts zu einer bestimmten Gruppe durch Zuordnung eines Gruppenkennzeichners zu Hosts in dieser Gruppe durchgeführt wird. Auch diese Zuordnung könnte von einem Bediener über eine Konsoleneingabe oder dynamisch durch den Switch durchgeführt werden. Der Grup-

penkennzeichner, der für bestimmte Kommunikationen verwendet werden soll, könnte den Hosts selbst zur Verfügung gestellt und durch die Hosts in Datenpakete eingefügt werden, die für andere Hosts in der Gruppe bestimmt sind. Beispielsweise könnten Hosts von einem Bediener vorkonfiguriert werden, um einen bestimmten Gruppenkennzeichner für Kommunikationen innerhalb einer speziellen Hostgruppe zu verwenden. Alternativ kann der Gruppenkennzeichner durch den Switch den Hosts zur Verfügung gestellt werden, die an bestimmten Kommunikationssitzungen teilnehmen möchten, und durch diese Hosts in allen Paketen, die sich auf diese Sitzung beziehen, eingefügt werden. Als eine weitere Alternative kann der Gruppenkennzeichner zwar nicht an die Hosts selbst übermittelt werden, doch er kann einfach durch den Switch in Pakete eingefügt werden, die zwischen Hosts in der Gruppe übertragen werden, um die Verarbeitung durch die im Netzwerk nachfolgenden Geräte zu erleichtern.

[0010] Jedoch werden die Gruppen selbst im System definiert, und innerhalb des Switch ist jede Gruppe mit einer bestimmten Dienstklasse verknüpft, die bestimmt, wie Verkehr zwischen Hosts in der Gruppe durch den Switch verarbeitet wird. Die Verknüpfung zwischen Gruppen und Dienstklassen können im Switch durch Speichern von Daten definiert werden, die die Gruppenkennungen mit bestimmten Dienstklassen verknüpfen, beispielsweise in einer Nachschlagetabelle (lookup table). Diese Daten können ebenfalls durch den Switch als Reaktion auf Bedienerangaben für einige oder alle Gruppen gespeichert werden, oder sie können durch den Switch, beispielsweise als Reaktion auf dynamische Zuordnung einer Gruppenkennung, automatisch gespeichert werden.

[0011] Die mit einer gegebenen Gruppe verknüpfte Dienstklasse zeigt die Anforderungen an, die vom Switch für die Weiterleitung von Verkehr für diese Hostgruppe beobachtet werden muss. Jede Anzahl von Dienstklassensystemen kann hier in Betracht gezogen werden. Als ein einfaches Beispiel kann eine Dienstklasse mit hoher Priorität und eine Dienstklasse mit niedriger Priorität im Switch definiert werden, und die Weiterleitung von empfangenen Daten, die der Klasse mit hoher Priorität entsprechen, kann gegenüber der Weiterleitung von Daten, die der Klasse mit niedriger Priorität entsprechen, bevorzugt werden. Verschiedene mindestens erforderliche Weiterleitungsgeschwindigkeiten könnten für jede Dienstklasse nach der für Verkehr in Gruppen benötigten Bandbreite, die mit den beiden Klassen verknüpft sind, definiert werden. Wenn die Fähigkeit des Switch, die Weiterleitungsanforderungen für jede Klasse zu erfüllen, aufgrund übermäßigen Verkehrs (der beispielsweise gegeben ist), wenn die Switch-Puffer ein bestimmtes Auslastungsniveau (congestion level) erreichen, oder wenn der Busverkehr ein bestimmtes Niveau erreicht bedroht ist, kann bzw. können die entsprechende(n) Gruppe(n) deaktiviert werden, um sicherzustellen, dass die Weiterleitungsanforderungen einer oder beider Gruppen erfüllt werden können. In einem anderen Szenario könnten Gruppen, die mit der Dienstklasse niedriger Priorität verknüpft sind, einfach deaktiviert werden, wenn dies nötig wäre, um die Weiterleitungsanforderungen für die Dienstklasse mit hoher Priorität zu erfüllen. Ein ähnliches System könnte für mehrere Dienstklassen angewandt werden, von denen jede eine andere Priorität aufweist, wobei der Switch diejenigen Gruppen deaktiviert, die mit einer oder mehreren Dienstklassen niedriger Priorität verknüpft sind, was erforderlich ist, um sicherzustellen, dass die Weiterleitungsanforderungen für eine oder mehrere Dienstklassen mit höherer Priorität erfüllt werden können. In einem bestimmten Beispiel, das weiter unten ausführlich beschrieben wird, kann für eine Dienst-

klasse mit hoher Priorität eine Zeitplanung verwendet werden, wobei die einzelnen an Kommunikationen mit hoher Priorität beteiligten Gruppen Übertragungszeitpläne so zugeordnet werden, dass die von einer Gruppe die während des zugeordneten Zeitintervalls empfangenen Daten durch den Switch mit hoher Priorität weitergeleitet werden. Wenn der Switch für eine Gruppe aufgrund übermäßigen Verkehrs außerhalb des geplanten Zeitintervalls überlastet wird, kann der Switch diese Gruppe außerhalb ihrer geplanten Zeitintervalle deaktivieren, um sicherzustellen, dass diese geplanten Übertragungen von allen Gruppen, die mit Dienstklassen hoher Priorität verknüpft sind, bewältigt werden können. Beispielsweise könnte in diesem Fall eine Dienstklasse mit niedriger Priorität als eine "Bester-Versuch"-Klasse ("best-effort" class) definiert werden, wobei Ethernet-Hosts, die Bester-Versuch-Standardübertragungen (standard best-effort transmissions) verwenden, einer Gruppe zugeordnet werden können, die mit einer Dienstklasse niedriger Priorität verknüpft ist.

[0012] Während, wie weiter oben allgemein beschrieben, die logische Gruppierung von Hosts auf verschiedene Arten realisiert werden kann, verwenden bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung VLAN-Technologie für die logischen Gruppen, wobei jede logische Gruppe ein VLAN umfasst, und die Zuordnung von übertragenden und empfangenden Hosts zu einer Gruppe umfasst die Zuteilung einer VLAN-Kennung (VLAN id) zu diesen Hosts.

[0013] Ein zweiter Aspekt der vorliegenden Erfindung liefert einen Switch für die Verbindung in einem geschalteten Ethernet-Netzwerk, wobei der Switch umfasst: Schaltsystem (switching circuitry) für die Weiterleitung von Daten über den Switch, die an einem Anschluss des Switch empfangen werden;

Speicher zur Speicherung von Daten, die eine Zuordnung von Hosts im Netzwerk zu logischen Gruppen von Hosts anzeigen, wobei die Zuordnung in der Weise erfolgt, dass die an einer Datenkommunikation beteiligten Hosts der selben Gruppe zugeordnet sind; und

Steuerlogik (control logic) für die Verbindung jeder Gruppe mit einer Dienstklasse, die die Anforderungen für die Weiterleitung von Daten durch den Switch für Datenkommunikationen zwischen Hosts in der Gruppe sowie für die Steuerung der Weiterleitung empfangener Daten durch das Schaltsystem in einer Weise anzeigt, die von der Dienstklasse der Gruppe abhängt, der die an der Datenkommunikation beteiligten Hosts zugeordnet sind;

wobei die Steuerlogik so konfiguriert wird, um die Datenkommunikationen zwischen Hosts in einer oder mehreren Gruppen zu deaktivieren, wenn dies erforderlich ist, um die Weiterleitungsanforderungen für mindestens eine Dienstklasse zu erfüllen.

[0014] Ein dritter Aspekt der Erfindung liefert ein geschaltetes Ethernet-Netzwerk, das mindestens einen Switch enthält, wie weiter oben beschrieben.

[0015] Es muss verstanden werden, dass die Bezeichnung "Switch" hier im allgemeinen Sinne für jede Art von Switch, Switching Hub, Brücke oder Schaltgerät zum Schalten von Verkehr in einem geschalteten Ethernet-Netzwerk verwendet wird. Ähnlich kann ein "Host" jede Art von Netzwerkgerät oder -station sein, das bzw. die in einem Segment des Netzwerks angeschlossen ist, beispielsweise Workstations, PCs, Drucker usw. Ferner muss verstanden werden, dass wenn hier im Allgemeinen Merkmale bezüglich eines Verfahrens, das die Erfindung enthält, beschrieben werden, die entsprechenden Merkmale in einer Vorrichtung bereitgestellt werden können, die die Erfindung enthält, und umgekehrt.

[0016] Ein weiterer Aspekt der Erfindung liefert ein Com-

puterprogrammelement, das ein Computerprogrammcode-Mittel umfasst, das, wenn es in einen Prozessor eines Switch für die Verbindung in einem geschalteten Ethernet-Netzwerk geladen wird, den Prozessor für die Durchführung eines Verfahrens konfiguriert, wie oben beschrieben. Ein weiterer Aspekt der Erfindung liefert ein Computerprogrammelement, das ein Computerprogrammcode-Mittel umfasst, das den Prozessor konfiguriert, wenn es in einen Prozessor eines Switch für eine Verbindung in einem geschalteten Ethernet-Netzwerk geladen wird, wobei Hosts des Netzwerks logischen Gruppen von Hosts in der Weise zugeordnet sind, dass die an einer Datenkommunikation beteiligten Hosts der selben Gruppe zugeordnet werden, um:

jede Gruppe mit einer Dienstklasse zu verknüpfen, die die Anforderungen für die Weiterleitung von Daten über den Switch für Datenkommunikationen zwischen Hosts in der Gruppe anzeigt, und um die Weiterleitung empfangener Daten über den Switch in einer Weise zu steuern, die von der Dienstklasse derjenigen Gruppe abhängt, der die an der Datenkommunikation beteiligten Hosts zugeordnet sind; und um

Datenkommunikationen zwischen Hosts in einer oder mehreren Gruppen zu deaktivieren, wenn dies erforderlich ist, um die Weiterleitungsanforderungen für mindestens eine Dienstklasse zu erfüllen.

[0017] Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung werden nachfolgend anhand von Beispielen unter Bezugnahme auf die begleitenden Zeichnungen beschrieben, in denen:

[0018] Fig. 1 ein schematisches Diagramm eines Ethernet-Switch für die Realisierung von Ausführungsformen der Erfindung ist;

[0019] Fig. 2 ein schematisches Diagramm eines einfachen Netzwerks ist, das die Erfindung enthält;

[0020] Fig. 3 ein Flussdiagramm ist, das ein Einrichtungsverfahren für eine Kommunikationssitzung im Netzwerk von Fig. 2 veranschaulicht;

[0021] Fig. 4 die Verknüpfung der Gruppenkennungen und Dienstklassen in einem Beispiel für den Betrieb des Netzwerks von Fig. 2 veranschaulicht;

[0022] Fig. 5 die Zeitplanung von Gruppen für das Beispiel von Fig. 4 veranschaulicht;

[0023] Fig. 6 ein Flussdiagramm ist, das die vom Switch durchgeführte Frame-Weiterleitung veranschaulicht;

[0024] Fig. 7 eine Überlastungssituation (congested situation) des in Betrieb befindlichen Switch veranschaulicht; und

[0025] Fig. 8 ein Flussdiagramm ist, das einen durch den Switch durchgeführten Überwachungsprozess veranschaulicht.

[0026] Fig. 1 ist ein verallgemeinertes Schema eines Ethernet-Switch 1, das die wesentlichen Elemente zeigt, die beim Betrieb der Ausführungsformen der Erfindung beteiligt sind. Für den Zweck dieser Beschreibung kann davon ausgegangen werden, dass der Switch 1 eine Vielzahl von Anschlüssen (ports) 2 umfasst (von denen hier acht gezeigt werden), an die LAN-Segmente auf die übliche Art angeschlossen werden können, sowie eine Weiterleitungskomponente, die bei 3 allgemein angezeigt wird. Die Weiterleitungskomponente 3 dient dazu, die an einem Switch-Anschluss 2 empfangenen Daten über den Switch auf das erforderliche LAN-Segment über den entsprechenden ausgehenden Anschluss 2 weiterzuleiten. Die Weiterleitungskomponente 3 wird hier als Komponente veranschaulicht, die eine Schaltstruktur (switching fabric) 4, Steuerlogik 5 und Speicher 6 umfasst. Die Schaltungsstruktur 4 umfasst hier das Schaltsystem (switching circuitry), das den physischen Mechanismus liefert, über den Daten durch den Switch übertra-

gen werden, und der typischerweise aus einem gemeinsam verwendeten Bus oder einer Schaltermatrixstruktur (switching-matrix structure) von bekannter Form besteht. Die Steuerlogik 5 steuert allgemein den Betrieb der Weiterleitungskomponente und führt die weiter unten ausführlich beschriebenen Funktionen zur Verwaltung von Datenkommunikationen durch, um QoS-Garantien zu unterstützen. In Allgemeinen kann die Steuerlogik 5 in Hardware oder Software oder in einer Kombination von beiden eingesetzt werden, obwohl die Steuerlogik typischerweise von einem Prozessor eingesetzt wird, der Software ausführt, die den Prozessor zur Durchführung der beschriebenen Funktionen konfiguriert, wobei es für Fachleute anhand der hier gegebenen Beschreibung ersichtlich sein wird, was geeignete Software ist. (Während der Switch-Prozessor mit entsprechender Software vorkonfiguriert werden kann, könnte natürlich auch der Programmcode, aus dem solche Software besteht, zum Laden in den Switch und zum Konfigurieren des Prozessors für den oben beschriebenen Betrieb getrennt geliefert werden. Der Programmcode könnte als unabhängiges Element oder als ein Element des Programmcodes für eine Anzahl von Steuerungsfunktionen geliefert werden und in einem computerlesbaren Medium enthalten sein und als solches geliefert oder elektronisch an einen Bediener übertragen werden, z. B. durch Herunterladen von einer Internet-Site, um es dann in den Switch zu laden). Speicher 6 stellt allgemein den Speicher dar, der im Switch sowohl für Daten, die von Netzwerkhosts empfangen werden, um über den Switch weitergeleitet zu werden, als auch für Daten, die in den von Steuerlogik 5 durchgeführten Steuerungs- und Verwaltungsfunktionen bereitgestellt wird. Während Speicher 6 zur Vereinfachung als eine Einheit veranschaulicht wird, ist es für Fachleute offensichtlich, dass es im Allgemeinen verschiedene Eingangs- und/oder Ausgangspuffer geben wird, die mit jedem Switch-Anschluss 2 zum Speichern von Daten im Durchgang zwischen Hosts verbunden sind, sowie Arbeitsspeicher, der mit Steuerlogik 5 verbunden ist.

[0027] In einem Switch 1, der die Erfindung enthält, werden die übertragenden und empfangenden Hosts, die in bestimmten Datenkommunikationen beteiligt sind, logischen Gruppen zugeordnet, die durch im System definierte VLANs dargestellt werden. VLAN-Technologie ist eine allgemein bekannte Technologie, die die Verwaltung von Gruppen von Hosts in der Weise erleichtert, dass Hosts erfolgreich so kommunizieren können, als ob sie dem selben LAN angehörten. Die allgemeinen Mechanismen, die den Einsatz von VLANs in geschalteten Ethernet-Netzwerk ermöglichen, werden in der weiter oben erwähnten Spezifikation IEEE 802.1Q erörtert und müssen daher hier nicht ausführlich behandelt werden. Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung verwenden diese Technologie zum Definieren der Gruppen der übertragenden und empfangenden Hosts, die dann auf eine bestimmte Art verwaltet werden, um Unterstützung für QoS-Garantien bereitzustellen. Insbesondere innerhalb eines Switch 1, der die Erfindung enthält, ist jedes VLAN mit einer QoS-Klasse verbunden, die im Switch definiert ist. Die QoS-Klasse bestimmt die Anforderungen für die Weiterleitung der Daten von VLANs in dieser Klasse durch die Weiterleitungskomponente 3, die durch die Steuerlogik 5 gesteuert wird. Daten, die in einem gegebenen VLAN von Hosts empfangen werden, werden durch den Switch gemäß den Anforderungen der QoS-Klasse weitergeleitet. Wenn die Steuerlogik jedoch (mit Hilfe eines weiter unten erörterten Überwachungsprozesses) bestimmt, dass die Fähigkeit, die Weiterleitungsanforderungen für Daten einer gegebenen QoS-Klasse zu erfüllen, während des Betriebs beeinträchtigt wird, kann die Steuerlogik ein oder mehrere VLANs nach Bedarf deaktivieren, um die erforder-

liche Dienstebene (service level) aufrechtzuerhalten. Ein bestimmtes Beispiel dieses Systems wird in Bezug auf die Fig. 2 bis 8 beschrieben.

[0028] Fig. 2 zeigt ein einfaches geschaltetes Netzwerk 8, das die Erfindung enthält. Das Netzwerk 8 besteht aus einem Switch 1, wie unten beschrieben (Schaltungsstruktur 4 wurde in dieser Figur zur Vereinfachung weggelassen), und sechs Hosts 9 mit den Bezeichnungen A bis C und X bis Z, die an die Switch-Anschlüsse 2 angeschlossen sind, wie gezeigt. Für den Zweck dieses Beispiels wird angenommen, dass die Hosts A, B und C für die Verwendung von kontinuierlichen Mediendiensten (Videokonferenzen, IP-Telephonie usw.) konfiguriert sind. Diese Hosts sind direkt mit Switch 1 verbunden und verfügen über verbesserte TCP/IP (Transfer Control Protocol/Internet Protocol)-Stacks, die IETF Diffserv- (Differenzierte Dienste) (Differentiated Services) oder Intserv- (Integrierte Dienste) (Integrated Services) QoS-Mechanismen ermöglichen. Diese bekannten Mechanismen müssen hier nicht ausführlich erörtert werden; im Wesentlichen ermöglichen sie die Verwendung eines Signalprotokolls (signaling protocol), wie beispielsweise RSVP (Ressourcen-Reservierungsprotokoll) (Resource Reservation Protocol), wobei die für eine Kommunikationssitzung erforderlichen Ressourcen durch die Hosts angefordert und durch Netzwerkgeräte im Anrufspfad (call path) zwischen den Hosts als Teil des Sitzungseinrichtungsverfahrens reserviert werden können. Die Hosts X, Y und Z in diesem Beispiel sind Standard-Ethernet-Hosts, die Hosts X und Y sind hier PCs auf einem gemeinsamen Ethernet-Segment, die mit Drucker Z kommunizieren und Bester-Versuch-Standardübertragungen (standard best effort transmission) verwenden.

[0029] Die Steuerlogik 5 von Switch 1 ist zur Unterstützung sowohl der kontinuierlichen Medienkommunikationen als auch der Standard-Ethernet-Übertragungen konfiguriert, wobei in diesem Beispiel zu diesem Zweck in der Steuerlogik zwei Dienstklassen definiert sind – eine "ressourcenerzwungene" ("Resource Constrained") Klasse und eine "normale" Klasse. Verkehr innerhalb von VLANs, die mit der ressourcenerzwungenen Klasse verbunden sind, wird mit hoher Priorität weitergeleitet, wobei Übertragungen für einzelne VLANs zeitlich geplant werden, wie weiter unten beschrieben. Verkehr innerhalb von VLANs, die mit der normalen Klasse verbunden sind, werden mit niedriger Priorität speziell nach einem Bester-Versuch-System (best effort system) in der Weise weitergeleitet, dass dem Verkehr in der ressourcenerzwungenen Klasse stets Vorrang vor dem Verkehr der normalen Klasse gewährt wird. Verkehr, der den beiden Dienstklassen entspricht, wird daher durch die Steuerlogik gemäß zwei Prioritätswarteschlangen wirksam weitergeleitet, eine Warteschlange mit hoher Priorität 10 und eine Warteschlange mit niedriger Priorität 11, wie in Fig. 2 schematisch veranschaulicht. Für Frames, die von Hosts in VLANs empfangen werden, die mit der ressourcenerzwungenen Klasse verbunden sind, kann eine Einreihung in die Warteschlange mit hoher Priorität 10 in Betracht gezogen werden, und für Frames von Hosts in VLANs, die mit der normalen Klasse verbunden sind, kann eine Einreihung in die Warteschlange mit niedriger Priorität 11 in Betracht gezogen werden, wobei die Steuerlogik 5 Frames für die Weiterleitung von der Warteschlange 10 in der Wartereihenfolge (queuing order) und, falls Warteschlange 10 leer ist, von der Warteschlange 11 in der Wartereihenfolge auswählt. Man wird jedoch verstehen, dass, während es bequem ist, den Weiterleitungsprozess unter diesen Bedingungen zu betrachten, Frames in der Praxis normalerweise in Warteschlangen der Eingangsanschlüsse gespeichert werden, wobei sie über die Schaltungsstruktur (switch fabric) zu den

Warteschlangen bei den ausgehenden Anschlüssen übertragen und dann an die einzelne MAC-Einheit beim ausgehenden Anschluss zur Vorwärtsübertragung (onward transmission) übergeben werden. Daher stellen die Warteschlangen 10 und 11 hier einfach die Reihenfolge dar, in denen Frames durch die Steuerlogik verarbeitet werden.

[0030] Wie weiter oben angesprochen, werden die sendenden und empfangenden Hosts für eine gegebene Datenkommunikation einem VLAN zugeordnet. Im Allgemeinen können die VLANs im System vorkonfiguriert werden, z. B. indem sie von einem Netzwerkbediener unter Verwendung von Konsoleneingängen, z. B. von Telnet oder SNMP (Einfaches Netzwerkverwaltungsprotokoll) (Simple Network Management Protocol), eingerichtet werden oder durch Netzwerk-Switches in bekannter Weise dynamisch konfiguriert werden. Innerhalb des Switch ist jedes VLAN mit einer Dienstklasse verbunden, die die Art der Verarbeitung des VLAN-Verkehrs bestimmt, wie oben erörtert. Angenommen, in dem einfachen Netzwerk von Fig. 2 empfängt die Steuerlogik 5 eine Sitzungsanforderung von Host A für eine kontinuierliche Medienübertragung zu Host C. Ein Beispiel des durch Steuerlogik 5 durchgeführten Verfahrens in dieser Ausführungsform wird in Fig. 3 veranschaulicht. Die durch Steuerlogik 5 bei Schritt 15 empfangene Sitzungsanforderung erkennt, die beteiligten Hosts und die erforderlichen Ressourcen, insbesondere die für die Sitzung erforderliche Netzwerkbandbreite. Die Sitzungsdaten müssen gemäß der ressourcenerzwungenen Dienstklasse übertragen werden, und die Steuerlogik kann auf Basis der Geschwindigkeit, mit der die Warteschlange hoher Priorität bedient wird, bestimmen, ob genügend Bandbreite zur Verfügung steht. Ist dies der Fall, so berechnet die Steuerlogik 5 in Schritt 16 einen Zeitplan, der Zeitintervalle für den Empfang von Sitzungsdaten von teilnehmenden Hosts gemäß der erforderlichen Bandbreite angibt. Als Nächstes ordnet die Steuerlogik in Schritt 17 eine VLAN-Kennung (VLAN id) für die Sitzungshosts zu (z. B. VLAN 1 für die Hosts A und C) und zeichnet dies im Speicher 6 gegen die Dienstklasse, die für Sitzungsübertragungen anzuwenden ist. Die Verknüpfung von VLAN-Kennungen mit Dienstklassen können beispielsweise in Form einer Tabelle gespeichert werden, wie in Fig. 4 schematisch veranschaulicht. Der für das VLAN berechnete Zeitplan wird auch im Speicher 6 in Schritt 17 gespeichert. In Schritt 18 sendet dann die Steuerlogik die zugeordnete VLAN-Kennung zusammen mit dem berechneten Zeitplan an die teilnehmenden Hosts A und C; der Einrichtungsprozess ist nun abgeschlossen.

[0031] In dem oben beschriebenen Prozess für das Netzwerk von Fig. 2 ist der Einrichtungsprozess vereinfacht, da nur ein einziger Switch beteiligt ist. Wenn jedoch mehrere Switches im Anrufspfad zwischen den Hosts 5A und C liegen, könnte die Verbindung bei Empfang der Sitzungsanforderung in Schritt 15 in bekannter Weise wie durch Schritt 16a der Fig. 3 gezeigt über ein Signalprotokoll, wie beispielsweise RSVP, das oben erörtert wurde, eingerichtet werden. Hier reservieren alle Switches im Pfad die nötigen Ressourcen (wenn verfügbar) und die Annahme des Anrufs wird dem verursachenden Switch signalisiert, der dann seinen eigenen Zeitplan berechnet, um ihn an den globalen Zeitplan anzupassen, der von den nachgeschalteten Switches bestimmt wurde. In diesem Fall kann die in Schritt 17 zugeordnete VLAN-Kennung zusammen mit VLAN-Mitgliedschafts- und Topologieinformationen in bekannter Weise gemäß dem dynamischen VLAN-Konfigurationsprozess an Netzwerk-Switches übermittelt werden.

[0032] In Fortführung des in Fig. 2 dargestellten Szenarios soll angenommen werden, dass ein weiteres VLAN, VLAN 2 für ressourcenerzwungene Übertragungen von

Host B bis Host C definiert werden (entweder vorkonfiguriert oder als Reaktion auf eine Sitzungsanforderung dynamisch konfiguriert). Die VLAN-Kennung ist mit der entsprechenden Dienstklasse verbunden, wie in Fig. 4 angezeigt, und für die Sitzung wird ein Zeitplan berechnet, um ihn dem Zeitplan für VLAN 1 anzupassen, wie in Fig. 5 schematisch angezeigt. Ein weiteres VLAN, VLAN 0, wird im System für die Standard-Ethernet-Hosts X, Y und Z vorkonfiguriert und mit der normalen Prioritätsklasse verknüpft, wie in Fig. 4 angezeigt. Während des Betriebs werden Frames an verschiedenen Switch-Anschlüssen empfangen, und die Steuerlogik 5 muss bestimmen, wie mit jedem einzelnen Frame umzugehen ist. Dieses Weiterleitungsverfahren wird im Flussdiagramm von Fig. 6 veranschaulicht. Bei Empfang eines Frames an einem Switch-Anschluss, wie in Schritt 20 angezeigt, bestimmt die Steuerlogik 5 nun in Schritt 21 die VLAN-Kennung und die damit verbundene Dienstklasse, die auf diesen Frame anzuwenden ist. In diesem vorliegenden Szenario werden die Hosts A, B und C die an Switch 1 gesendeten Frames durch Einfügen der zugeordneten VLAN-Kennung in den Frame-Kopf (frame header) "markieren". Somit wird für diese Frames die VLAN-Kennung direkt aus dem Frame-Kopf gelesen; und die entsprechende Dienstklasse wird dann durch die Verknüpfungstabelle von Fig. 4 angezeigt. Wenn die Frames nicht VLAN-markiert sind, überprüft die Steuerlogik die Kennungen der Quellen- und Ziel-Hosts im Frame nach VLAN-Mitgliedschaftsinformationen, die im Speicher 6 gespeichert sind, um die VLAN-Kennung für die Anzahl der Quellen- und Zielhosts zu bestimmen, die in diesem Frame angegeben sind. Im vorliegenden Beispiel übertragen nur die Hosts X, Y und Z unmarkierte Frames, wobei diese Hosts dem VLAN 0 zugeordnet sind. Daher werden alle durch den Switch für die Übertragung zwischen diesen Hosts empfangenen Frames als VLAN-0-Verkehr erkannt, der der "normalen" Dienstklasse gemäß der Verknüpfungstabelle angehört. Als Nächstes ordnet die Steuerlogik in Schritt 22 den empfangenen Frame der entsprechenden Prioritätswarteschlange 10 oder 11 gemäß den Weiterleitungsanforderungen der Dienstklasse zu. Der in die Warteschlange eingereihte Frame wird dann für die Weiterleitung durch die Steuerlogik über den entsprechenden ausgehenden Anschluss ausgewählt, wie in Schritt 23 gemäß der Reihenfolge der Bedienung der beiden Warteschlangen angezeigt. Somit werden VLAN-1- und VLAN-2-Frames in Warteschlange 10 in der Wartereihenfolge weitergeleitet, und in Zeiten, in denen Warteschlange 10 leer ist, werden Frames in Warteschlange 11 in der Wartereihenfolge weitergeleitet.

[0033] Obwohl den VLAN-1- und -2-Hosts Übertragungszeitpläne zugeordnet worden sind, können diese Hosts in der vorliegenden Ausführungsform anfangs außerhalb ihrer geplanten Übertragungszeiten Daten senden, wobei sie jede freie Kapazität ausnutzen, die eventuell verfügbar ist. Jedoch kann dieser Prozess (oder übermäßiger Verkehr, der fälschlicherweise durch einen Host erzeugt wurde, falls nur geplante Übertragungen erlaubt sind) zu Überlastungen (congestions) im Switch führen, wie in Fig. 7 schematisch veranschaulicht ist, wo beide Warteschlangen als "voll" dargestellt werden. (In dieser Figur wird beispielsweise ein von Host A in VLAN 1 empfangener Frame als $V_{HOST A}$ dargestellt). Dies beeinträchtigt die Fähigkeit der Steuerlogik, die Weiterleitungsanforderungen der ressourcenerzwungenen Dienstklasse zu erfüllen, d. h. die Weiterleitung von Verkehr, der zu geplanten Zeiten von den VLANs 1 und 2 mit der Weiterleitungsgeschwindigkeit der Warteschlange hoher Priorität empfangen wurde. In Betrieb führt die Steuerlogik 5 somit den Überwachungsprozess durch, wie in Fig. 8 veranschaulicht. Wie in den Schritten 25 und 26 dieses Prozes-

ses angezeigt, überwacht die Steuerlogik kontinuierlich das Niveau der Verkehrsauslastung (level of traffic congestion) im Switch, um zu bestimmen, ob ein Grenzniveau (threshold level) erreicht ist. Beispielsweise könnte das Auslastungsniveau auf der Grundlage der Verfügbarkeit von Zeitscheiben auf dem Bus der Schaltungsstruktur oder des Volumens der in der Warteschlange eingereichten Daten im Speicher 6 (und speziell das Maß der Belegung der verschiedenen Switch-Puffer) bewertet werden. Die obere Auslastungsgrenze (high-congestion threshold) könnte auf den Punkt, bei dem die Weiterleitung von weiterem ressourcen-erzwungenen Verkehr beeinträchtigt wird, oder auf ein Niveau unterhalb dieses kritischen Punktes eingestellt werden, beispielsweise wenn die Puffer zu 90% voll sind. Jedenfalls wird die obere Grenze bestimmt, um sicherzustellen, dass der Switch den empfangenen Verkehr zu den geplanten Zeiten von VLANs 1 und 2 mit der erforderlichen Geschwindigkeit verarbeiten kann. Wenn die Steuerlogik bestimmt, dass die Grenze bei Schritt 26 erreicht worden ist, wird der Betrieb mit Schritt 27 fortgesetzt, in dem die Steuerlogik VLAN 1 und/oder VLAN 2 außerhalb der entsprechenden geplanten Übertragungszeiten deaktiviert. Hier wird möglicherweise nur das VLAN deaktiviert, auf dem sich Hosts durch Übertragung außerhalb ihrer Zeitpläne "fehlverhalten", oder beide VLANs können einfach deaktiviert werden, um die Einhaltung der Zeitpläne zu erzwingen.

[0034] Deaktivierung eines VLAN erfolgt hier einfach durch Aussortieren von Frames, die durch einen Host außerhalb ihrer geplanten Zeiten gesendet wurden, beim ersten Switch-Anschluss, an dem sie empfangen werden. (Da Dienste, die QoS-Garantien erfordern, im Allgemeinen die rechtzeitige Ankunft von Informationen erfordern, ist es vorzuziehen, solchen Verkehr einfach auszusortieren, statt den Vorgang zu wiederholen und eventuell Netzwerkressourcen für den Transport von Daten zu verbrauchen, die letztlich von dem Empfänger aussortiert werden, weil sie nicht mehr aktuell sind).

[0035] Nachdem die Steuerlogik die Einhaltung von Zeitplänen in Schritt 27 durch periodische Deaktivierung von VLANs erzwungen hat, setzt sie die Überwachung des Auslastungsniveaus in Schritt 28 sowie die Prüfung fort (Schritt 29), ob ein niedriges Grenzniveau erreicht wird. Diese Grenze wird auf der Grundlage des Niveaus des Busverkehrs oder der Pufferbelegung wie zuvor bei einem Niveau eingestellt, auf dem es für "sicher" gehalten wird, die Erzwingung der Zeitpläne aufzuheben. Wenn die untere Auslastungsgrenze (low-congestion threshold) bei Schritt 29 erreicht wird, stoppt die Steuerlogik bei Schritt 30 die Deaktivierung von VLANs außerhalb der zugeordneten Zeitpläne, und setzt die Überwachung des Auslastungsniveaus bei Schritt 25 im anfänglichen Betriebsmodus wie vorher fort.

[0036] Es wird zu beobachten sein, dass die Zuteilung von Hosts, die an ressourcen-erzwungenen Kommunikationen mit VLANs teilnehmen, und die Aktivierung und Deaktivierung dieser VLANs, wie oben beschrieben, es ermöglicht, QoS durch den Switch für den ressourcen-erzwungenen Verkehr zu garantieren. In dieser Ausführungsform wird VLAN 0 nur für Bester-Versuch-Standardverkehr verwendet. Als VLAN wird ein Standard-VLAN eingesetzt, um Rückwärtskompatibilität mit Standard-Ethernet-Hosts sicherzustellen. Dieses VLAN muss in der vorliegenden Ausführungsform niemals deaktiviert werden, und der normale CSMA/CD-aktivierte Rückfluss (back flow) wird verwendet, um Auslastungen für diese Hosts zu handhaben. Diese Hosts müssen für die Tatsache, dass das Netzwerk garantierte QoS unterstützt keine Kompromisse hinnehmen und sie müssen nicht modifiziert werden.

[0037] Während von der Steuerlogik berechnete Zeitpläne

an Hosts in den VLANs 1 und 2 der obigen Ausführungsform übertragen werden, ist es einzusehen, dass dies nicht wesentlich ist. Insbesondere könnten die Zeitpläne einfach von der Steuerlogik gespeichert und als Grundlage zur Bestimmung von Zeitintervallen verwendet werden, während denen im Bedarfsfall ein oder mehrere VLANs deaktiviert werden, um die Auslastungsniveaus (congestion levels) zu verringern, wie oben beschrieben. Während ein bestimmtes Beispiel eines System mit einer Dienstklasse für ressourcen-erzwungene, geplante Übertragungen und ein weiteres Beispiel für Bester-Versuch-Übertragungen beschrieben worden ist, ist es einzusehen, dass viele andere Dienstklassensysteme unter Verwendung ähnlicher Grundsätze zur Deaktivierung von VLANs eingesetzt werden können, um QoS-Garantien zu unterstützen, wenn dies erforderlich ist. Als ein Beispiel könnten zwei oder mehrere Dienstklassen unterschiedlicher Priorität entsprechend den Warteschlangen unterschiedlicher Priorität im Weiterleitungsprozess so definiert werden, dass dem Verkehr in jeder Warteschlange Vorrang vor dem Verkehr in Warteschlangen geringer Priorität gegeben wird. Beispielsweise könnte jeder Verkehr in jeder gegebenen Warteschlange vor irgendeinem Verkehr in einer Warteschlange geringer Priorität verarbeitet werden, oder im Prioritätssystem kann eine Form der Verwendung von Grenzen enthalten sein, wobei eine gegebene Warteschlange bevorzugt bedient wird, wenn nicht die Menge an Verkehr in einer Warteschlange geringerer Priorität eine bestimmte Grenze erreicht. In solchen Fällen können VLANs mit Prioritätsklassen gemäß der relativen Wichtigkeit der zu übermittelnden Daten verknüpft werden, und VLANs, die mit einer oder mehreren Klassen geringer Priorität verknüpft sind, können deaktiviert werden, wenn dies erforderlich ist, um sicherzustellen, dass Warteschlangen für ein oder mehrere VLANs, die Klassen hoher Priorität angehören, mit einer erforderlichen Geschwindigkeit bedient werden können. Für Fachleute wird es jedoch offensichtlich sein, dass viele andere QoS-Mechanismen unter Verwendung ähnlicher Grundsätze erzwungen und viele weitere Änderungen und Abwandlungen an den beschriebenen Ausführungsformen vorgenommen werden können, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen.

Patentansprüche

1. Verfahren für die Verwaltung von Datenkommunikationen zwischen Hosts (9) eines geschalteten Ethernet-Netzwerks (8), wobei das Verfahren umfasst: Zuordnung von Hosts (9) zu logischen Gruppen von Hosts, so dass die an einer Datenkommunikation beteiligten Hosts (9) der selben Gruppe zugeordnet werden; Verknüpfung jeder Gruppe in einem Switch (1) des Netzwerks (8) mit einer Dienstklasse, die die Anforderungen zur Weiterleitung von Daten über den Switch (1) für Datenkommunikationen zwischen Hosts (9) in der Gruppe anzeigt, und Weiterleitung empfangener Daten über den Switch (1) in einer Weise, die von der Dienstklasse der Gruppe abhängt, der Hosts, die an der Datenkommunikation teilnehmen, zugeordnet sind; und Deaktivierung von Datenkommunikationen zwischen Hosts (9) in einer oder mehreren Gruppen im Switch (1), wenn dies erforderlich ist, um die Weiterleitungsanforderungen für mindestens eine Dienstklasse zu erfüllen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei Datenkommunikationen für eine Gruppe durch Verwerfen von Daten deaktiviert wird, die von irgendeinem Host (9) in dieser Gruppe empfangen werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, in dem der Schritt der Zuordnung von Hosts (9) zu einer logischen Gruppe von Switch (1) durchgeführt wird.
4. Verfahren nach einem vorhergehenden Anspruch, in dem der Schritt der Zuordnung von Hosts (9) zu einer logischen Gruppe die Zuteilung eines Gruppenkennzeichners zu Hosts (9) dieser Gruppe umfasst.
5. Verfahren nach einem vorhergehenden Anspruch, in dem jede logische Gruppe ein VLAN umfasst und in dem der Schritt der Zuordnung von Hosts (9) zu einer logischen Gruppe die Zuteilung eines VLAN-Kennzeichners zu Hosts (9) dieser Gruppe umfasst.
6. Verfahren nach Anspruch 4 oder Anspruch 5, in dem eine Gruppe mit einer Dienstklasse durch Speichern von Daten verknüpft wird, die den Kennzeichner mit dieser Dienstklasse verknüpfen.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dass das Einfügen des einer Gruppe zugeordneten Kennzeichners in Datenpakete einschließt, die zwischen Hosts (9) in dieser Gruppe übertragen werden.
8. Verfahren nach Anspruch 7, in dem für mindestens eine Gruppe der Kennzeichner durch Hosts (9) dieser Gruppe in Datenpakete eingefügt wird.
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder Anspruch 8, in dem für mindestens eine Gruppe der Kennzeichner durch den Switch (1) in Datenpakete eingefügt wird, die von einem Host (9) dieser Gruppe empfangen wurden.
10. Verfahren nach einem vorhergehenden Anspruch, in dem eine Dienstklasse mit hoher Priorität und eine Dienstklasse mit niedriger Priorität im Switch (1) definiert werden, wobei der Weiterleitung empfangener Daten von Hosts (9) in Gruppen, die mit der Dienstklasse hoher Priorität verknüpft sind, Vorrang vor der Weiterleitung empfangener Daten von Hosts (9) in Gruppen, die mit der Dienstklasse niedriger Priorität verknüpft sind, eingeräumt wird.
11. Verfahren nach Anspruch 10, das für mindestens eine Gruppe, die mit der Dienstklasse hoher Priorität verknüpft ist, die Berechnung eines Übertragungszeitplans im Switch (1) einschließt, der Zeitintervalle für den Empfang von Daten von Hosts (9) in der Gruppe in der Weise anzeigt, dass die während dieser Zeitintervalle empfangenen Daten gemäß der Dienstklasse hoher Priorität durch den Switch (1) weitergeleitet werden, wobei der Zeitplan in Abhängigkeit von der für Datenkommunikationen zwischen Hosts (9) in der Gruppe erforderlichen Bandbreite berechnet wird.
12. Verfahren nach Anspruch 11, das die Deaktivierung von Datenkommunikationen außerhalb geplanter Zeitintervalle für die Dienstklasse hoher Priorität oder für jede Gruppe, die mit dieser Dienstklasse verknüpft ist, wenn dies erforderlich ist, um die Weiterleitungsanforderungen der Dienstklasse hoher Priorität zu erfüllen, einschließt.
13. Verfahren nach Anspruch 11 oder Anspruch 12, das die Sendung des für eine Gruppe berechneten Übertragungszeitplans an den bzw. an jeden übertragenden Host (9) in der Gruppe einschließt.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13, in dem die Dienstklasse niedriger Priorität im Switch (1) für die Bester Versuch-Weiterleitung empfangener Daten definiert ist.
15. Verfahren nach Anspruch 14, das die Zuordnung aller Hosts (9) einschließt, die an der Bester-Versuch-Datenkommunikationen teilnehmen und zu der einen Gruppe gehören, die mit der Dienstklasse niedriger Priorität verknüpft ist.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, in dem eine Vielzahl von Dienstklassen unterschiedlicher Priorität im Switch (1) definiert werden, wobei der Weiterleitung empfangener Daten von Hosts (9) in Gruppen, die mit jeder Dienstklasse unterschiedlicher Priorität verknüpft sind, Vorrang vor der Weiterleitung empfangener Daten von Hosts (9) in Gruppen eingeräumt wird, die mit einer Dienstklasse geringer Priorität verknüpft sind, wobei das Verfahren die Deaktivierung von Datenkommunikationen für diejenigen Gruppen einschließt, die mit einer oder mehreren Dienstklassen niedriger Priorität verknüpft sind, um die Weiterleitungsanforderungen von einer oder mehreren Dienstklassen hoher Priorität zu erfüllen, wenn dies erforderlich ist.
17. Switch (1) für die Verbindung in einem geschalteten Ethernet-Netzwerk (8), wobei der Switch (1) umfasst:
 - Schaltsystem (4) für die Weiterleitung von Daten über den Switch (1), die am Anschluss (2) von Switch (1) empfangen werden;
 - Speicher (6) für das Speichern von Daten, die eine Zuordnung von Hosts (9) im Netzwerk (8) zu logischen Gruppen von Hosts anzeigen, wobei die Zuordnung in der Weise erfolgt, dass die an einer Datenkommunikation beteiligten Hosts (9) der selben Gruppe zugeordnet werden; und
 - Steuerlogik (5) für die Verknüpfung jeder Gruppe mit einer Dienstklasse, die die Anforderungen für die Weiterleitung von Daten über den Switch (1) für Datenkommunikationen zwischen Hosts (9) in der Gruppe und für die Steuerung der Weiterleitung von empfangenen Daten durch das Schaltsystem (4) in einer Weise anzeigt, die von der Dienstklasse derjenigen Gruppe abhängt, der Hosts (9), die an der Datenkommunikation teilnehmen, zugeordnet sind; wobei die Steuerlogik (5) so konfiguriert wird, um die Datenkommunikationen zwischen Hosts (9) in einer oder mehreren Gruppen zu deaktivieren, wenn dies erforderlich ist, um die Weiterleitungsanforderungen für mindestens eine Dienstklasse zu erfüllen.
18. Geschaltetes Ethernet-Netzwerk (8), das mindestens einen Switch (1) nach Anspruch 17 sowie eine Vielzahl von Hosts (9) umfasst, die mit Anschlüssen (2) von dem mindestens einen Switch (1) verbunden sind.
19. Computerprogrammelement, das Computerprogrammcode-Mittel umfasst, das, wenn es in einen Prozessor eines Switch (1) für eine Verbindung in einem geschalteten Ethernet-Netzwerk (8) geladen wird, wobei Hosts (9) des Netzwerks logischen Gruppen von Hosts in der Weise zugeordnet werden, dass die an einer Datenkommunikation beteiligten Hosts (9) der selben Gruppe zugeordnet werden, den Prozessor konfiguriert, um:
 - jede Gruppe mit einer Dienstklasse zu verknüpfen, die die Anforderungen für die Weiterleitung von Daten über den Switch (1) für Datenkommunikationen zwischen Hosts (9) in der Gruppe anzeigt und um die Weiterleitung empfangener Daten über den Switch (1) in einer Weise zu steuern, die von der Dienstklasse derjenigen Gruppe abhängt, zu der Hosts (9), die an der Datenkommunikation teilnehmen, zugeordnet sind; und
 - um Datenkommunikationen zwischen Hosts (9) in einer oder mehreren Gruppen zu deaktivieren, wenn diese erforderlich ist, um die Weiterleitungsanforderungen für mindestens eine Dienstklasse zu erfüllen.
20. Computerprogrammelement, das Computerpro-

grammcode-Mittel enthält, das, wenn es in einen Prozessor eines Switch (1) für die Verbindung in einem geschalteten Ethernet-Netzwerk (8) geladen wird, den Prozessor zur Durchführung eines Verfahrens nach Anspruch 1 bis 16 konfiguriert.

5

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

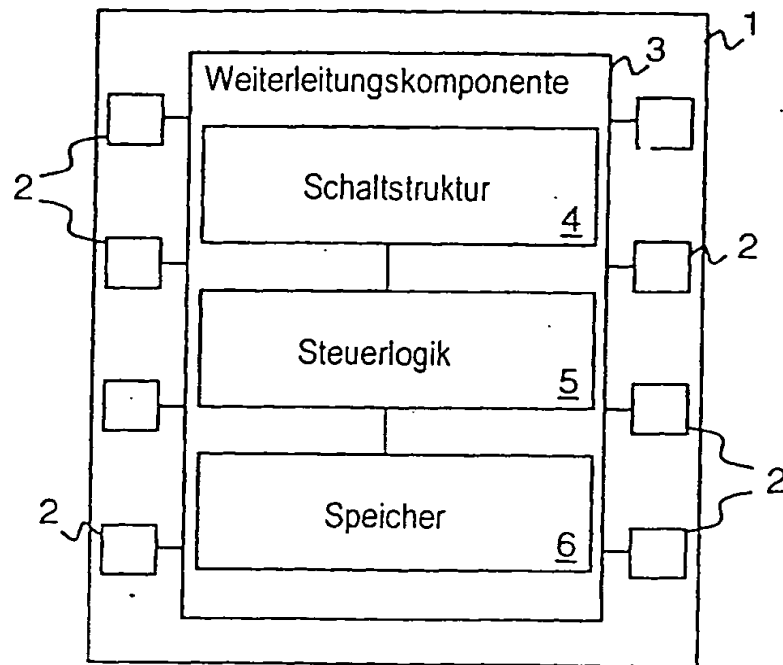
55

60

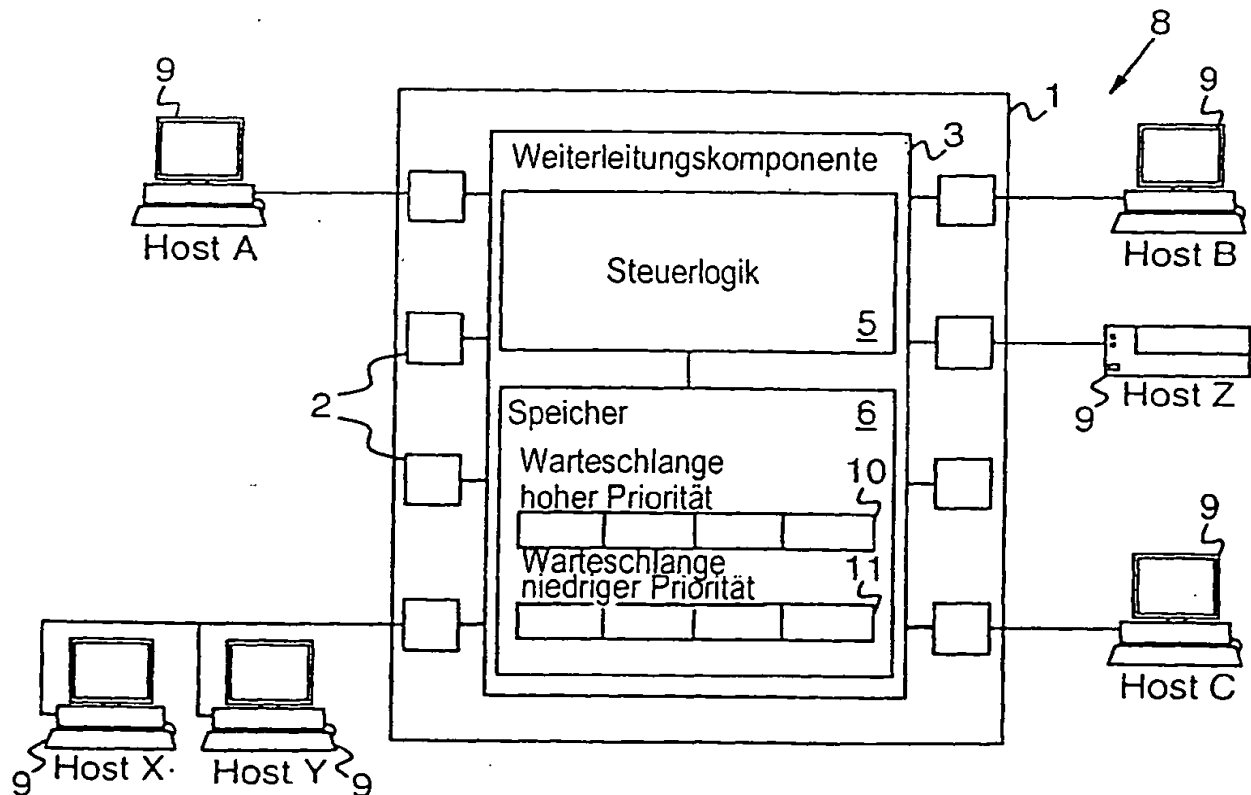
65

- Leerseite -

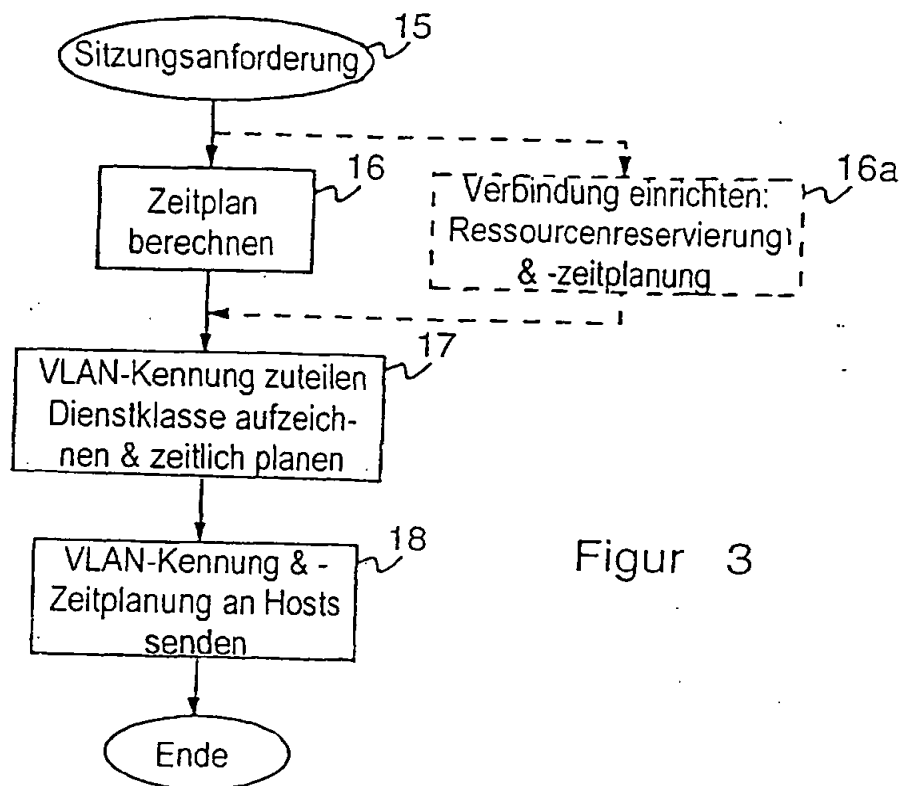
THIS PAGE BLANK (USPTO)



Figur 1



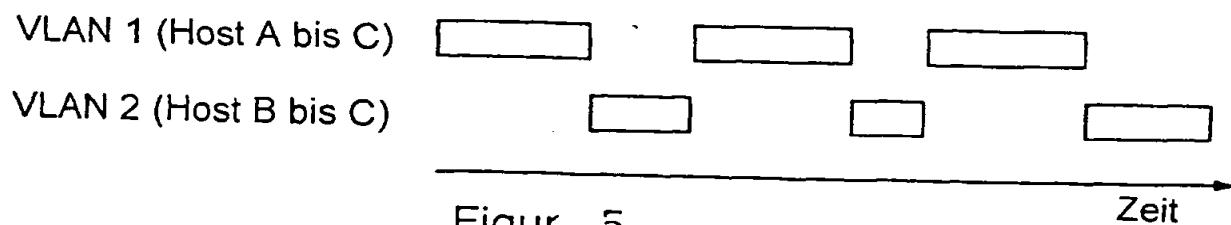
Figur 2



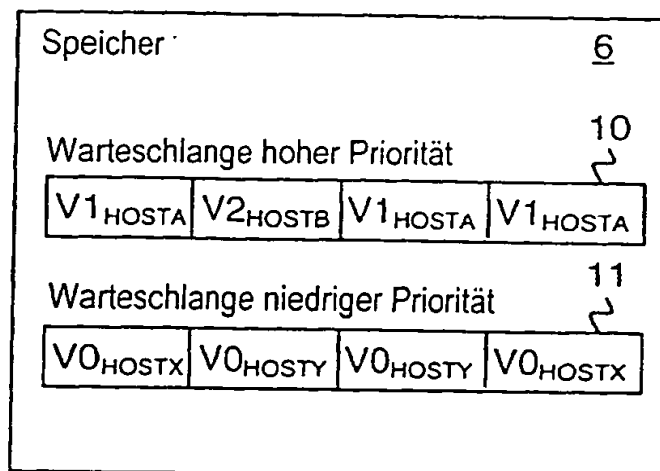
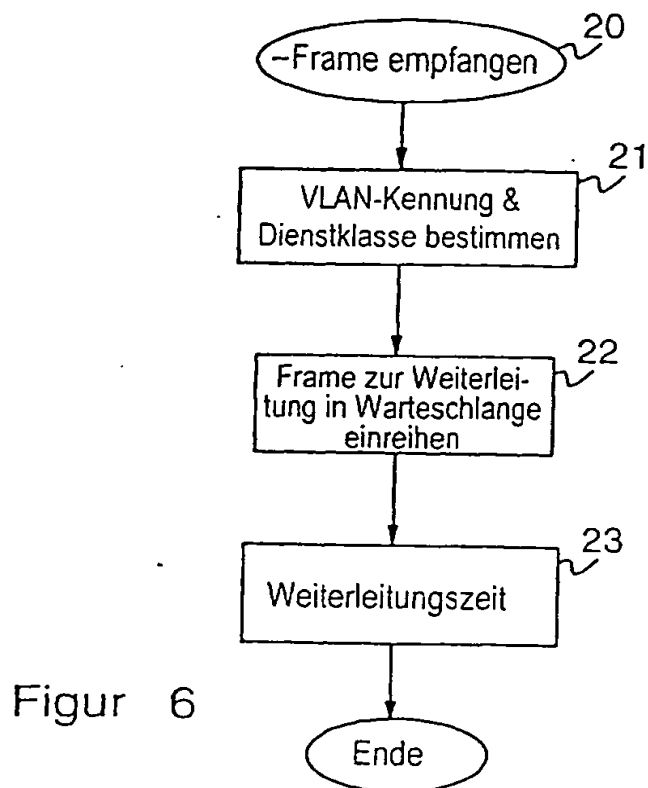
Figur 3

Gruppen-Kennung	Service Class
VLAN 0	Normal (niedrige Priorität, bester Versuch)
VLAN 1	Ressourcen erzwungen (hohe Priorität, zeitlich geplant)
VLAN 2	Ressourcen erzwungen (hohe Priorität, zeitlich geplant)

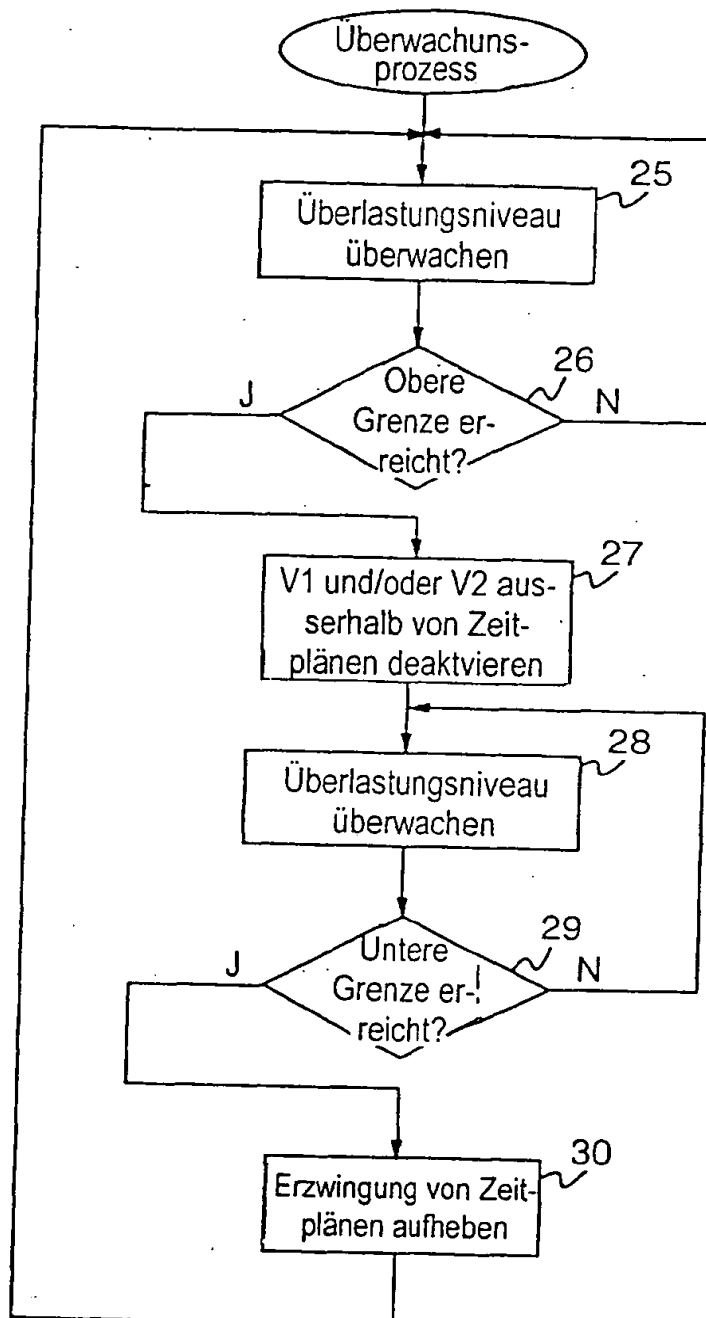
Figur 4



Figur 5



Figur 7



Figur 8